

# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



مقاله نویسی علوم انسانی



اصول تنظیم قراردادها



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقاله



## بررسی غلظت فلزات سنگین کروم و آرسنیک در رودخانه‌های حوضه سدهای بافت و رابر

نویسندگان: محمد ملکوتیان<sup>۱</sup>، علیرضا مصداقی نیا<sup>۲</sup>، یاسر سلطانی نژاد<sup>۳</sup>

۱. نویسنده مسئول: استاد مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط و گروه بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کرمان

تلفن تماس: ۰۳۴۳۱۳۲۵۱۲۸ Email:m.malakootian@yahoo.com

۲. استاد مرکز تحقیقات کیفیت آب، پژوهشکده محیط‌زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران

۳. دانشجو کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، گروه بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کرمان

### چکیده

**مقدمه:** فلزات سنگین از عناصر سمی و پایدار در محیط هستند که با ورود به منابع آبی نهایتاً وارد چرخه زیستی جانداران شده و اثرات نامطلوبی ایجاد می‌نمایند. پژوهش حاضر جهت بررسی تغییرات غلظت فلزات سنگین کروم و آرسنیک در رودخانه‌های حوضه سد بافت و سد رابر که بعضاً به مصرف شرب رسیده و یا به این منظور پیش‌بینی شده‌اند، می‌پردازد.

**روش:** مطالعه حاضر از نوع توصیفی است که از تابستان ۱۳۹۲ لغایت بهار سال ۱۳۹۳ انجام گرفت. طی بازدید میدانی ۴ ایستگاه نمونه‌برداری از رودخانه‌های حوضه سدهای بافت و رابر انتخاب شد. تعداد ۱ نمونه مرکب از رودخانه‌های مذکور و سدهای بافت و رابر در نیمه همراه برداشت شد. غلظت فلزات سنگین کروم و آرسنیک در رودخانه‌های (بافت، سلطانی) حوضه سد بافت، و رودخانه‌های (رابر، سرمشک، سید مرتضی، رود در) حوضه سد رابر، به مدت ۱۲ ماه اندازه‌گیری شد. غلظت کروم و آرسنیک با جذب اتمی کوره گرافیتی سنجش شد. داده‌ها با نرم‌افزار spss تجزیه و تحلیل شد.

**یافته‌ها:** میانگین غلظت کروم در رودخانه‌های حوضه سد بافت به ترتیب ۵/۱۹ و ۵/۰۱ ppb و در رودخانه‌های حوضه سد رابر به ترتیب ۵/۴۴، ۵/۵، ۵/۴۲ و ۵/۴۵ ppb به دست آمد. میانگین غلظت آرسنیک در رودخانه‌های حوضه سد بافت به ترتیب ۱۶/۵۲ و ۱۱/۷۱ ppb و در رودخانه‌های حوضه سد رابر به ترتیب ۱۲/۲۸، ۱۳/۶، ۱۳/۰۷ و ۸/۷۸ ppb حاصل شد. میانگین غلظت کروم در سدهای بافت و رابر به ترتیب ۵/۰۲ و ۵/۳۸ ppb و آرسنیک به ترتیب ۲۳/۵۳، ۹/۱۲ و ۵/۳۸ ppb به دست آمد.

**نتیجه‌گیری:** بر اساس نتایج به دست آمده غلظت فلز کروم در ایستگاه‌های مورد مطالعه از رهنمود سازمان جهانی بهداشت، حد مجاز استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا و حد مجاز موسسه استاندارد تحقیقات صنعتی ایران کمتر بود. غلظت فلز آرسنیک از رهنمود سازمان جهانی بهداشت، حد مجاز استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا و از حد مجاز موسسه استاندارد تحقیقات صنعتی ایران بیشتر بود. این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار بود ( $p < 0.0001$ ). با توجه به اهمیت این موضوع ضرورت دارد که این مسئله رسیدگی و در ارتباط با تقلیل آن برنامه‌ریزی‌های لازم به عمل آید.

**واژه‌های کلیدی:** فلز سنگین، رودخانه، سد

## طوع بهداشت

دوماهنامه علمی پژوهشی

دانشکده بهداشت یزد

سال پانزدهم

شماره: اول

فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۵

شماره مسلسل: ۵۵

تاریخ وصول: ۱۳۹۴/۵/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۶/۲۳



## مقدمه

می‌باشد. در آب‌های با اکسیژن بسیار پایین یا بدون اکسیژن کروم ۳ ظرفیتی غالب است (۵).

آثار سوء کروم در انسان در کوتاه‌مدت، التهاب و سوزش دهان، بینی، ریه‌ها و التهاب پوست و ایجاد مشکلات در هضم غذا و آسیب دیدن کلیه‌ها و کبد می‌باشد.

طبق گزارشات سازمان جهانی بهداشت حدود ۹۳ تا ۹۸ درصد کروم از طریق غذا و ۱/۹ تا ۷ درصد از طریق آب آشامیدنی وارد بدن انسان می‌گردد که در پژوهش‌های انجام گرفته توسط محققین در خصوص اندازه‌گیری میزان فلزات سنگین در آب‌های شرب تصریح شده است (۶).

Buchman, Khajehpour, Meimand بر روی بخش جنوبی دشت رفسنجان واقع در شرق دشت انار میزان غلظت فلزات سنگین کادمیوم و آرسنیک را اندازه‌گیری نمودند (۹-۷).

طی مطالعه‌ای Malakootian و همکارش (۲۰۰۵) کیفیت فیزیکی، شیمیایی و باکتریولوژیکی آب قنوات مورد استفاده شرب شهرهای کرمان و چترود را اندازه‌گیری نمودند (۱۰). هم‌چنین در مطالعه دیگری توسط Malakootian و همکارش بررسی کیفی منابع آب زیرزمینی دشت سیرجان از نظر آلودگی به فلزات سنگین نیز انجام شده است (۱۲).

از آنجاکه در حوضه آبریز رودخانه‌های منتهی به سد بافت و رودخانه‌های منتهی به سد رابر معادن متعددی از جمله معادن کرومیت آبدشت و اسفندقه و معادن منگنز و سنگ تزئینی وجود دارد که امکان آلوده نمودن آب را به کروم و آرسنیک مشخص می‌داند و از طرفی این سدها برای تأمین آب شرب و سایر مصارف

فلزات سنگین جزء آلاینده‌های رایج محیط‌زیست محسوب شده و عمده منابع طبیعی ورود فلزات سنگین به آب، هوازگی مواد معدنی و عمده منابع انسانی، صنایع می‌باشند. حضور فلزات سنگین در اکوسیستم آبی به علت تأثیر بر زندگی گیاهان و حیوانات، باعث ایجاد نگرانی‌های جدی شده است (۱).

انسان ممکن است از طریق مصرف آبزیان آلوده به این فلزات و همچنین استفاده از آب آلوده برای آشامیدن در مواجهه با فلزات سنگین قرار گیرد (۲) فلزات سنگین پس از ورود به بدن، از بدن دفع نشده و در بافت‌هایی مانند چربی، عضلات، استخوان‌ها و مفاصل رسوب نموده و انباشته می‌گردند (۳). آرسنیک و کروم از فلزات سنگین خطرناک می‌باشند. آرسنیک از طریق انحلال سنگ‌ها، مواد معدنی و تخلیه پساب‌های صنعتی وارد منابع آبی می‌شود. شکل غالب آرسنیک در آب‌های با میزان بالای اکسیژن، آرسنیک پنج می‌باشد. اما تحت شرایط احیاء نظیر آب‌های زیرزمینی شکل غالب آن آرسنیک سه می‌باشد. فرم‌های سمی آرسنیک شامل آرسنیت (آرسنیک سه)، آرسنات (آرسنیک پنج) و ترکیبات آلی آرسنیک می‌باشد. علائم بالینی مواجهه حاد با آرسنیک شامل درد شکمی، اسهال، استفراغ، درد و ضعف عضلانی و قرمزی پوست می‌باشد. از علائم مسمومیت مزمن با آرسنیک می‌توان سرطان شش، مثانه و پوست را نام برد (۴). دو شکل عمده کروم، کروم سه و کروم شش می‌باشد. کروم شش ظرفیتی در آب‌های با اکسیژن بالا یا حضور اکسیدان‌های قوی نظیر کلر و یا حضور اکسیدان‌های متوسط نظیر کلر آمین غالب



اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین آرسنیک و کروم در شش رودخانه (رودخانه بافت، رودخانه سلطانی، رودخانه رابر، رودخانه سرمشک، رودخانه سید مرتضی، رودخانه رود بر) در ۴ فصل تابستان، پاییز، زمستان و بهار از تابستان ۱۳۹۲ لغایت بهار سال ۱۳۹۳ به مدت ۱۲ ماه مورد بررسی قرار گرفت.

از هر رودخانه تعداد ۴ نمونه از ۴ ایستگاه معین برداشت و پس از مخلوط نمودن این ۴ نمونه، یک نمونه مرکب انتخاب شد و همچنین برای هر سد دو نمونه از دو ایستگاه نمونه‌برداری در ورودی و خروجی سدها برداشت و پس از مخلوط نمودن نمونه‌ها، یک نمونه مرکب در نیمه هر ماه در نظر گرفته شد.

اندازه‌گیری میزان غلظت فلزات سنگین کروم و آرسنیک در رودخانه‌های حوضه سد بافت و سد رابر با دستگاه جذب اتمی مدل AA 95 مجهز به کوره گرافیتی GTA-20 سنجش شد.

تکنیک جذب اتمی با کوره گرافیتی (GFAA: Graphite Furnace Atomic Absorption) این روش برای اندازه‌گیری مقادیر کم عناصر در آب آشامیدنی بکار می‌رود.

در این تکنیک با برنامه‌ریزی دمایی می‌توان مراحل خشک کردن، خاکستر کردن، اتمی کردن و اندازه‌گیری را بطور متوالی انجام داد که این باعث می‌شود اثرات ناشی از مزاحمت بافت نمونه در مرحله اندازه‌گیری از بین برود (۷).

مشخصات و موقعیت جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری (طول و عرض جغرافیایی) اهمیت و ویژگی‌های رودخانه‌های مذکور و فصول نمونه‌برداری در جدول ۱ آمده است.

از جمله آب کشاورزی نیز احداث گردیده است. در این تحقیق فلزات سنگین کروم و آرسنیک در رودخانه‌های حوضه آبریز سدهای مذکور و همچنین در آب سدهای یادشده مورد پایش قرار گرفت.

### روش بررسی

این مطالعه از نوع مقطعی است، که از تابستان ۱۳۹۲ لغایت بهار سال ۱۳۹۳ به مدت ۱۲ ماه انجام شد. جامعه مورد مطالعه، منابع آب رودخانه‌های حوضه منتهی به سد بافت و سد رابر شهرستان بافت و همچنین آب سدهای مذکور بود.

با توجه به متنوع بودن این رودخانه‌ها، از روش نمونه‌برداری خوشه‌ای تصادفی جهت نمونه‌گیری استفاده گردید. جهت نمونه‌برداری در ابتدا یک بازدید میدانی از مسیر رودخانه‌ها انجام شد. سپس با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) محل‌ها و ایستگاه‌های قابل دسترسی به رودخانه مشخص گردید.

سد مخزنی بافت با گنجایش ۴۰ میلیون مترمکعب آب در فاصله ۱۶۰ کیلومتری جنوب غربی کرمان و در فاصله ۴ کیلومتری شمال شرق بافت در منطقه آسیاب جفته به منظور تأمین آب شرب، مصارف صنعتی و تأمین آب کشاورزی شهرهای بافت و بزجان و همچنین کنترل سیلاب‌ها و رواناب‌های فصلی رودخانه بافت احداث شده است (۱۳).

منطقه مورد مطالعه شامل ۲ رودخانه منتهی به سد بافت شامل رودخانه بافت و سلطانی و ۴ رودخانه حوضه سد رابر شامل رودخانه رودبر، سید مرتضی، چشمه عروس و سرمشک می‌باشد. در این مطالعه مجموعاً تعداد ۹۶ نمونه مرکب آب جهت



جدول ۱: مشخصات موقعیت جغرافیایی و اهمیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری محل رودخانه‌های منتهی به سد بافت و رابر سال (۹۲-۱۳۹۳)

اهمیت / ویژگی	تعداد نمونه				دما	طول رودخانه PH Km	عرض جغرافیایی N	طول جغرافیایی E	شماره ایستگاه رودخانه	
	فصل نمونه‌برداری									
	بهار	تابستان	پاییز	زمستان						
تأثیرپذیری از فعالیت‌های صنعتی پیرامون	۳	۳	۳	۳	۱۸	۷/۶	۳۲	۲۹ ۱۴' ۰۸"	۵۶ ۳۷' ۳۲"	۱ بافت
وجود مزارع پسته و کشاورزی در پیرامون	۳	۳	۳	۳	۱۹	۸/۲	۲۸	۲۹ ۰۵' ۰۰"	۵۶ ۳۲' ۰۰"	۲ سلطانی
تأمین آب شرب منطقه، آب کشاورزی و کنترل سیلاب	۳	۳	۳	۳	۲۰	۷/۲		۲۹ ۲۳' ۴۲"	۵۶ ۶۰' ۶۹"	۳ سد بافت
وجود فعالیت‌های کشاورزی، تأمین آب کشاورزی و زراعت منطقه	۳	۳	۳	۳	۱۸	۸	۱۲	۲۹ ۱۴' ۱۹"	۵۶ ۵۷' ۳۸"	۴ رودبر
وجود فعالیت‌های کشاورزی در پیرامون	۳	۳	۳	۳	۱۶	۸	۲۶	۲۹ ۱۴' ۱۹"	۵۷ ۰۳' ۵۷"	۵ سید مرتضی
وجود مزارع و فعالیت‌های کشاورزی	۳	۳	۳	۳	۱۷	۶/۵	۴۲	۲۹ ۱۸' ۴۷"	۵۶ ۵۲' ۱۰"	۶ چشمه عروس
وجود فعالیت‌های کشاورزی در پیرامون	۳	۳	۳	۳	۱۵	۷/۷	۲۴	۲۹ ۱۷' ۳۶"	۵۷ ۰۴' ۳۶"	۷ سرمشک
تأمین آب شرب منطقه تأثیرپذیری از ورود پساب کشاورزی	۳	۳	۳	۳	۱۸	۷/۶		۲۹ ۲۸' ۹۷"	۵۶ ۹۰' ۶۴"	۸ سد رابر

در هر نقطه نمونه‌برداری، دو ظرف آب برداشته شد که در یکی

اندازه‌گیری کاتیون‌ها و آنیون‌های اصلی و دیگری اندازه‌گیری

فلزات سنگین مدنظر بود. جهت تثبیت فلزات به هر یک از ظروف نمونه ۳ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک اضافه گردید. به‌منظور جلوگیری از رسوب احتمالی کاتیون‌ها و رشد میکروارگانیسم‌ها و همچنین کاهش جذب سطحی به‌وسیله دیواره‌های ظرف، نمونه‌های برداشت‌شده با استفاده از اسید نیتریک غلیظ تا pH زیر ۲ اسیدی شد. در محل نمونه‌برداری دما و pH نمونه‌ها و همچنین موقعیت جغرافیایی محل نمونه‌برداری با GPS اندازه‌گیری و ثبت شد (۱۶).

پس از برداشت نمونه از هر محل ظروف نمونه کدگذاری و تحت شرایط محیطی و برای آنالیز به آزمایشگاه پژوهشی مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی

کرمان منتقل گردید

از ظروف با جنس پلی‌اتیلن با ظرفیت یک لیتری جهت نمونه‌برداری استفاده شد. ظروف نمونه‌گیری قبل از نمونه‌برداری اسید شویی و سپس با آب مقطر نیز شسته شد، همچنین موقع نمونه‌برداری ظروف پلی‌اتیلنی سه بار با آب موردنظر، شستشو شد. نمونه‌ها از نقطه‌ای در ۰/۶ عمق آب (یعنی ۳۶ سانتی‌متری جریان آبی به عمق ۰/۶ متر) جاری رودخانه‌ها تا نزدیک‌ترین نقطه کف محل ایستگاه (رودخانه)، برداشت شد در آب‌های جاری عمیق‌تر از اعماق ۰/۲ و ۰/۸ سانتی‌متری عمق کل نمونه‌های برداشت‌شده و روی هم ریخته و ترکیب شد (۱۴). به‌منظور سنجش میزان غلظت فلزات سنگین کروم و آرسنیک در رودخانه‌های منتهی به سد بافت و سد رابر نمونه‌های برداشت‌شده پس از فیلتراسیون با استفاده از صافی ۴۵ میکرونی واتمن درون ظروف پلی‌اتیلن ذخیره گردید.



## یافته‌ها

و کمترین مقدار آن مربوط به رودخانه سید مرتضی با مقدار ۶/۵ می‌باشد.

بیشترین هدایت الکتریکی مربوط به رودخانه رود بر با مقدار  $830 \mu\text{s/cm}$  و کمترین مقدار آن مربوط به رودخانه سرمشک با مقدار  $462 \mu\text{s/cm}$  می‌باشد. بالاترین مقدار TDS نیز مربوط به رودخانه رود بر با مقدار ۴۵۸ ppm و کمترین مقدار آن مربوط به رودخانه سرمشک مقدار ۳۰۵ ppm می‌باشد.

میانگین غلظت پارامترهای شیمیایی اندازه‌گیری شده مربوط به محل‌های نمونه برداری رودخانه‌های حوزه سد بافت و سد رابر به ترتیب در جداول ۴ و ۵ آورده شده است.

مشخصات آب مربوط به محل‌های نمونه‌برداری شده از رودخانه‌های حوزه سد بافت و حوزه سد رابر به ترتیب در جداول ۳ و ۲ آورده شده است. این مشخصات شامل اسیدیته، هدایت الکتریکی، (TDS=Total Dissolved Solid)، نمونه‌ها با محاسبه میانگین به اضافه و منفی از انحراف معیار در جداول آورده شده است.

بر اساس اطلاعات به دست آمده در جداول ۳ و ۲، بیشترین pH از محل‌های نمونه‌برداری شده مربوط به رودخانه سلطانی با مقدار ۸/۲

جدول ۲: مشخصات آب نمونه‌برداری شده از رودخانه‌های حوزه سد بافت (میانگین به اضافه و منفی از انحراف معیار)

محل نمونه‌برداری	اسیدیته	هدایت الکتریکی (بر حسب $\mu\text{s/cm}$ )	TDS(ppm)
	میانگین	میانگین	میانگین
رودخانه بافت	$7/6 \pm 0/46$	$510 \pm 94$	$332 \pm 55$
رودخانه سلطانی	$8/2 \pm 0/49$	$593 \pm 110$	$391 \pm 82$
سد بافت	$7/9 \pm 0/41$	$568 \pm 115$	$358 \pm 98$

جدول ۳: مشخصات آب نمونه‌برداری شده از رودخانه‌های حوزه سد رابر (میانگین به اضافه و منفی از انحراف معیار)

محل نمونه‌برداری	اسیدیته	هدایت الکتریکی (بر حسب $\mu\text{s/cm}$ )	TDS(ppm)
	میانگین	میانگین	میانگین
رودخانه رود بر	$8 \pm 0/44$	$830 \pm 114$	$458 \pm 93$
رودخانه چشمه عروس	$8 \pm 0/39$	$497 \pm 81$	$328 \pm 58$
رودخانه سید مرتضی	$6/5 \pm 0/86$	$550 \pm 115$	$363 \pm 81$
رودخانه سرمشک	$7/7 \pm 0/59$	$462 \pm 95$	$305 \pm 78$
سد رابر	$7/4 \pm 0/98$	$571 \pm 120$	$342 \pm 67$



جدول ۴: میانگین غلظت پارامترهای شیمیایی آنیون‌ها و کاتیون‌ها در آب رودخانه‌های منتهی به سد بافت (تابستان ۱۳۹۲ لغایت بهار ۱۳۹۳)

نام حوزه	رودخانه‌های منتهی به سد	آنیون‌ها (mg/L)			کاتیون‌ها (mg/L)			سختی (mg/L)		
		کربنات $\text{CO}_3^{2-}$	بی‌کربنات $\text{HCO}_3^-$	کلراید $\text{Cl}^-$	سولفات $\text{SO}_4^{2-}$	کلسیم $\text{Ca}^{++}$	منیزیم $\text{Mg}^{++}$	سدیم $\text{Na}^+$	سختی موقت	سختی دائم
حوزه سد بافت	سلطانی	۸۵±۷/۱	۴۴±۷/۳	۷۳±۷/۲	۷۵±۷	۵۲±۵/۵	۲۶±۴/۸	۴۸±۵/۷	۲۰۵±۱۷/۱	۲۰۰±۱۸/۰۵
استاندارد ملی	حداکثر مجاز	-	-	۴۰۰	۴۰۰	-	-	۲۰۰	۵۰۰	۲۰۰
	حداکثر مطلوب	-	-	۲۵۰	۲۵۰	۳۰	۳۰۰	۲۰۰		

جدول ۵: میانگین غلظت پارامترهای شیمیایی آنیون‌ها و کاتیون‌ها در آب رودخانه‌های منتهی به سد رابر (تابستان ۱۳۹۲ لغایت بهار ۱۳۹۳)

نام حوزه	رودخانه‌های منتهی به سد	آنیون‌ها (mg/L)			کاتیون‌ها (mg/L)			سختی (mg/L)		
		کربنات $\text{CO}_3^{2-}$	بی‌کربنات $\text{HCO}_3^-$	کلراید $\text{Cl}^-$	سولفات $\text{SO}_4^{2-}$	کلسیم $\text{Ca}^{++}$	منیزیم $\text{Mg}^{++}$	سدیم $\text{Na}^+$	سختی موقت	سختی دائم
حوزه سد رابر	سید مرتضی چشمه عروس سرمشک	۶۸±۶/۸	۴۷±۶/۹	۵۴±۶/۸	۶۷±۶/۹	۵۱±۵/۸	۲۷±۵/۱	۵۸±۷	۱۲۰±۲۶/۸	۲۵۰±۱۹/۳
	سد رابر	۷۱±۷/۹	۳۹±۷/۱	۴۹±۷/۵	۵۶±۷/۵	۶۰±۶/۲	۲۱±۵/۵	۷۱±۶/۴	۲۱۰±۱۹/۲	۲۲۰±۲۰/۰۵
		۷۳±۸/۳	۴۱±۷/۷	۵۰±۸	۶۰±۷/۸	۵۴±۶/۱	۲۸±۵/۴	۶۸±۶/۳	۱۶۰±۱۶/۸	۲۱۰±۱۷/۹۵
		۷۲±۷/۶	۸۵±۶/۷	۴۸±۷/۱	۵۸±۷/۱	۶۱±۵/۵	۲۵±۴/۸	۶۴±۵/۷	۱۹۰±۲۴/۳	۲۲۵±۱۷/۲۲

کمترین مقادیر مربوط به رودخانه‌های بافت و رودبر به ترتیب با مقادیر ۷۵ و ۵۱ میلی‌گرم بر لیتر بود. بیشترین مقدار کلسیم (Ca) مربوط به رودخانه رود در با مقدار ۶۸ میلی‌گرم بر لیتر و کمترین مقدار آن مربوط به رودخانه سلطانی با مقدار ۴۹ میلی‌گرم بر لیتر بود. بالاترین غلظت منیزیم Mg، ۲۸ میلی‌گرم بر لیتر بود که مربوط به رودخانه سرمشک و کمترین مقدار آن ۲۱ میلی‌گرم بر

اطلاعات جمع‌آوری شده نشان می‌دهد که بیشترین و کمترین غلظت بی‌کربنات  $\text{HCO}_3^-$  به ترتیب مربوط به رودخانه سلطانی با مقدار ۵۱ و رودخانه رودبر با مقدار ۳۸ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد. در نمونه‌های گرفته‌شده بیشترین و کمترین غلظت کلراید Cl مربوط به رودخانه بافت و رودخانه رودبر به ترتیب با مقدار ۷۳ و ۴۷ میلی‌گرم بر لیتر بود. از نظر غلظت سولفات  $\text{SO}_4$  بیشترین و



به‌طور کلی میانگین کل میزان غلظت فلز سنگین کروم اندازه‌گیری شده در فصول تابستان، پاییز، زمستان و بهار در مقایسه با حد مجاز استانداردهای تعریف‌شده EPA، رهنمودهای WHO و استانداردهای مؤسسه استاندارد تحقیقات صنعتی ایران برای آب شرب در ایستگاه‌های مورد مطالعه حوضه سد بافت به ترتیب ۵/۶۹، ۴/۶۸، ۴/۶۹، ۴/۷۶ ppb و سد رابر ۵/۷۶، ۵/۰۵، ۵/۰۸، ۵/۶۴ ppb بود. میانگین کل میزان غلظت فلز سنگین آرسنیک اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های مورد مطالعه رودخانه‌های حوضه سد بافت در فصل تابستان، پاییز، زمستان و بهار به ترتیب ۲۹/۳۳، ۲۲/۷۵، ۱۹/۳۳، ۲۲/۷۳ ppb و در رودخانه‌های حوضه سد رابر در فصل تابستان، پاییز، زمستان و بهار در مقایسه با حد مجاز استانداردهای تعریف‌شده EPA، رهنمودهای WHO و استانداردهای مؤسسه استاندارد تحقیقات صنعتی ایران برای آب شرب به ۱۰/۵، ۷/۸۸، ۷/۸۹، ۱۰/۲۶ ppb بود.

### بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر میزان سختی دائم آب رودخانه‌ها و سدهای مورد مطالعه در محدوده ۲۰۰ تا ۲۹۵ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد که با نتایج به‌دست‌آمده در مطالعه Estaki در سال ۱۳۷۸ در رودخانه‌های بهمن‌زاد، رحیمی، حنا و سد حنا در سمیرم استان اصفهان مطابقت دارد (۱۹-۱۷). در مطالعه Shinde و همکاران در سال ۲۰۱۱ بر روی سد Harsool-Savangi در کشور هند صورت پذیرفت، میزان سختی دائم آب ۴۴۸ بود که از مقدار به‌دست‌آمده در مطالعه حاضر بیشتر بود (۲۰). دلیل این ناهمخوانی شسته شدن صخره‌ها و سنگ‌ها در مسیر آبرگیری سد و ورود املاح

لیتر بود که از رودخانه چشمه عروس نمونه‌برداری شده بود. بالاترین و کمترین غلظت سدیم Na مقادیر ۷۴ و ۳۶ میلی‌گرم بر لیتر بود که به ترتیب مربوط به رودخانه‌های رود بر و سلطانی می‌باشد. کمترین و بیشترین مقدار سختی موقت ۱۲۰ و ۲۲۵ میلی‌گرم بر لیتر بود که به ترتیب مربوط به رودخانه سید مرتضی و رودخانه سلطانی می‌باشد. از نظر سختی دائم نیز رودخانه‌های رود بر و بافت با مقادیر ۲۹۵ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بیشترین و کمترین مقدار را داشته‌اند.

نتایج میانگین و انحراف معیار غلظت فلز سنگین آرسنیک در رودخانه بافت  $۵/۱ \pm ۱۶/۵۲$ ، رودخانه سلطانی  $۱۱/۷۱ \pm ۳/۰۴$  و سد بافت  $۴/۲ \pm ۲۳/۵۳$  ppb و برای فلز سنگین کروم به ترتیب  $۵/۰۱ \pm ۵/۵۴$ ،  $۵/۱۹ \pm ۰/۴۴$ ،  $۵/۰۲ \pm ۰/۴۴$  ppb به دست آمد. همچنین میانگین و انحراف معیار غلظت فلز سنگین آرسنیک در رودخانه‌های رودبر، سید مرتضی، چشمه عروس، سرمشک و سد رابر به ترتیب  $۱/۶۱ \pm ۱/۱۲$ ،  $۵۶/۲۸ \pm ۱/۱۲$ ،  $۸۶/۰۷ \pm ۰/۱۳$ ،  $۶۸/۶ \pm ۱/۱۳$ ،  $۶۹/۷۸ \pm ۱/۸$ ،  $۹/۱۲ \pm ۰/۳۶$  ppb و برای فلز سنگین کروم به ترتیب  $۵/۳۸ \pm ۰/۳۶$ ،  $۵/۴۲ \pm ۰/۳۳$ ،  $۵/۴۱/۵ \pm ۰/۴۹$ ،  $۵/۴۵ \pm ۰/۳۶$  ppb به دست آمد.

بر اساس اطلاعات به‌دست‌آمده، حداکثر و حداقل میزان غلظت فلز سنگین آرسنیک به ترتیب مربوط به سد بافت و رودخانه سرمشک با  $۲۳/۵۳$  و  $۸/۷۸$  ppb می‌باشد. همچنین حداکثر و حداقل میزان غلظت فلز سنگین کروم به ترتیب مربوط به رودخانه‌های چشمه عروس و بافت با  $۵/۵$  و  $۵/۰۱$  ppb می‌باشد.





هستند، به سمت رودخانه سرازیر می‌شوند. بنابراین هرگونه آلودگی ناشی از فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی، فاضلاب‌های شهری و روستایی شهرهای واقع در اطراف چاه‌ها، آب‌های زیرزمینی را آلوده می‌نمایند.

در مطالعه‌ای که توسط Tamasi و همکارش جهت بررسی غلظت فلزات سنگین آب‌های آشامیدنی کوه آمیاتا انجام دادند، مشخص نمودند که به‌طور کلی غلظت فلز کروم بسیار پایین‌تر از حد مجاز بوده است. در مطالعه کنونی نیز میزان غلظت کروم وضعیت مشابهی با این مطالعه داشت (۲۴). Karbasi و همکاران میزان غلظت فلزات سنگین در منابع تأمین‌کننده آب شرب شهرستان الشتر را بررسی نمودند (۲۵). نتایج آن‌ها نشان داد که غلظت فلزات آرسنیک و کروم به ترتیب  $0/0033$  و  $0/01$  میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد، که غلظت آرسنیک از غلظت آرسنیک رودخانه‌های حوضه‌های سد بافت و رابر مورد مطالعه کمتر می‌باشد که به دلیل فعالیت‌های انسانی و ورود فاضلاب‌های شهری و کشاورزی در حوضه‌های سد رابر و بافت می‌باشد. غلظت کروم در رودخانه‌های حوضه سد بافت و سد رابر و همچنین غلظت کروم منابع تأمین‌کننده آب شرب شهرستان الشتر پایین‌تر از رهنمودهای WHO می‌باشد. نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعه فوق همخوانی دارد (۲۵). همچنین میزان غلظت فلز سنگین کروم به‌دست‌آمده در مطالعه حاضر با میزان غلظت کروم در پژوهش انجام‌شده بر روی آب رودخانه نیل کشور مصر مطابقت دارد که ناشی از فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی، فاضلاب‌های شهری و روستایی شهرهای واقع در اطراف رودخانه‌های مذکور می‌باشد (۲۶). همچنین در مطالعه‌ای

کلسیم و منیزیم به آب عنوان‌شده است. در مطالعه دیگری که توسط Khara و همکاران در سال ۱۳۹۰ بر روی کیفیت آب رودخانه اشمک در استان گیلان صورت گرفت، میزان سختی آب ۴۱۲ میلی‌گرم بر لیتر بود که با مطالعه حاضر مطابقت نداشت که ناشی از بالا بودن آنیون‌ها و کاتیون‌های رودخانه اشمک می‌باشد (۲۱). میزان pH در سدهای بافت و رابر و همچنین رودخانه‌های منتهی به آن‌ها  $8/2 - 6/5$  بود که با مطالعات خارا و همکاران در سال ۱۳۹۰ بر روی رودخانه اشمک در استان گیلان، کاوه و همکاران در سال ۱۳۹۲ بر روی رودخانه تالار در استان مازندران همخوانی دارد (۲۲-۱۹). در مطالعه دیگری که توسط Kalvale و همکارش در سال ۲۰۱۲ بر روی آب سد دثولی بروس در هند انجام شد، میزان TDS، سختی دایم و pH به‌دست‌آمده در آن با مطالعه حاضر همخوانی و مطابقت داشت (۲۳).

استخراج معادن و آلودگی منابع آبی با فلزات سنگین ناشی از معدنکاری و صنایع از مهم‌ترین مباحث آلودگی محیط‌زیست به‌ویژه آب‌های سطحی و زیرزمینی است. وجود صنایع مس، آهن و زغال‌سنگ و معادن مختلف در استان کرمان و قرارگیری اغلب آن‌ها در مناطق تغذیه رودخانه‌ها و آبخوان‌ها سبب شده این استان از مستعدترین مناطق در معرض خطر این نوع آلودگی‌ها در سطح کشور باشد.

توزیع رودها و جویبارهای موجود در حوضه آبریز سد بافت و سد رابر به‌گونه‌ای است که رواناب‌های سطحی از جهات مختلف جغرافیایی از جمله از طرف نواحی جنوب شرقی، شرق، غرب و جنوب غربی که از مسیرهای اصلی جریان آب به‌طرف رودخانه



منتهی به سد بافت و سد رابر به ترتیب به میزان (۲۲/۷۵) ppb، ۱۵/۲، ۱۳/۷۹، ۱۶/۸ و (۱۲/۶۹، ۱۲/۸۲، ۹/۹۵، ۱۰/۵۴) بود که از حد مجاز تعیین شده توسط سازمان جهانی بهداشت و موسسه استاندارد تحقیقات صنعتی ایران بیشتر است که علت آن ورود فاضلاب‌های خام و استفاده از سموم کشاورزی بود. این نتیجه با مطالعات فوق همخوانی داشت (۳۲-۳۰). بر اساس رهنمود سازمان جهانی بهداشت حد مجاز آرسنیک در آب آشامیدنی در حد ۱۰ ppb است. همچنین مطالعات انجام شده وجود آرسنیک را در محیط‌های هیدروترمال تأیید می‌نماید (۳۰).

استفاده از آفت‌کش‌های حاوی آرسنیک در باغ‌های و مزارع کشاورزی در دلتای مکانگ در ویتنام ممکن است در افزایش غلظت آرسنیک در برخی نمونه‌های موجود در ایستگاه‌های مورد مطالعه نقش داشته باشد (۳۳). تغییر در میزان فلزات در اکوسیستم‌های مختلف، تحت تأثیر عوامل متفاوتی صورت می‌گیرد (۳۴).

در مطالعه‌ای که Buschman و همکارانش در سال ۲۰۰۷ به بررسی آلودگی منابع آب در دشت‌های دلتای مکانگ Mekong پرداختند، نشان دادند که میزان آرسنیک در ۳۷ درصد چاه‌های منطقه از رهنمود WHO بالاتر بوده است، که با نتایج این پژوهش همخوانی داشت. از دلایل متشابه بودن در نتایج آن می‌توان به استفاده گسترده از کودهای شیمیایی و حشره‌کش‌ها در مناطق فعالیت کشاورزان در مزارع اطراف رودخانه‌های ذکر شده در مطالعه نام برد (۳۳).

که توسط Eghbali و همکاران در ایران جهت بررسی عناصر سنگین کروم، کادمیوم، سرب و مواد آلی در سفیدرود با نگرشی بر منشأ زمین ساختاری آن‌ها صورت گرفت نشان دادند که فعالیت‌های صنعتی و تخلیه فاضلاب‌های شهری و روستایی علت آلودگی رسوبات رودخانه به کروم و سرب مربوط می‌باشد (۲۷). Nahid و همکاران در سال ۲۰۰۸ به بررسی میزان کروم آب آشامیدنی تهران پرداختند و مشاهده نمودند که غلظت کروم در محدوده ۰/۵۲۶ - ۰/۱۶۸ میکروگرم در لیتر می‌باشد و در مقایسه با نتایج مطالعه حاضر بسیار پایین‌تر می‌باشد. دلیل بالا بودن غلظت کروم در مطالعه حاضر وجود معدن کرومیت آبدشت و اسفندقه و معادن منگنز و سنگ تزئینی متعدد از جمله معادن آن در منطقه می‌باشد (۲۸). وجود غلظت‌های بالای کروم می‌تواند ناشی از راه‌یابی آثار و بقایای کود و سموم کشاورزی از اراضی اطراف رودخانه به آب و رسوب باشد (۲۹).

Khajepour، Ebrahimi meimandi و Dehghani و همکاران بر روی بخش جنوبی دشت رفسنجان واقع در شرق دشت انار میزان غلظت فلزات سنگین کادمیوم و آرسنیک را اندازه‌گیری نمودند. غلظت آرسنیک در کل منطقه بیش از حد مجاز تعیین شده توسط رهنمود سازمان جهانی بهداشت آب آشامیدنی به میزان ۲۰-۳۰ میلی‌گرم بر لیتر بود.

نویسندگان علت افزایش میزان آرسنیک را آزاد شدن آرسنیک از رگه‌های سولفیدی معادن مس و انتقال در جهت شیب آب زیرزمینی بیان نمودند. در مطالعه حاضر نیز میانگین غلظت فلز سنگین آرسنیک در نمونه‌های برداشتی از رودخانه‌های حوضه



فلزات سنگین در چاه‌های آب Nevada در آمریکا، همخوانی و مطابقت داشت. این مطالعات، استفاده بی‌رویه از سموم آفت کش و کودهای شیمیایی در کشاورزی در فصل تابستان، نفوذ این سموم در خاک، سپس شسته شدن آن‌ها و ورود به منابع آب‌های زیرزمینی و نیز کاهش بارندگی در این فصل را به‌عنوان علل افزایش غلظت فلزات سنگین در آب عنوان نموده‌اند (۳۴-۳۶).

رسوبات در مسیر رودخانه‌های مورد مطالعه، محل تجمع فلزات سنگینی است که تغییرات قابل ملاحظه‌ای در چرخه‌های بیوژئوشیمیایی ایجاد کرده و درعین حال هریک از آن‌ها دارای آثار بیوشیمیایی خاصی در بدن موجودات می‌باشد. این آلاینده‌ها از آنجا اهمیت پیدا می‌کنند که می‌توانند از طریق چرخه زیستی وارد بدن انسان و جانداران شوند. مصرف کودهای فسفاته در زمین‌های کشاورزی در اطراف حوضه آبریز و همچنین باقیمانده‌های ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی و مکان‌های دفن زباله می‌توانند آلوده‌سازهای پایداری را به خاک و سپس از طریق شستشو به رواناب‌ها انتقال دهد.

اگرچه انتظار می‌رود در مناطقی که معادن فلزات سنگین وجود دارد، این فلزات به درون منابع آب موجود در منطقه ورود نموده و غلظت این فلزات در منابع آب از حد مجاز تجاوز نماید. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که وجود معدن کرومیت آبدشت و اسفندقه و معادن منگنز و سنگ تزئینی متعدد تأثیر چندانی بر غلظت کروم منابع آب سطحی موجود در منطقه نداشته است. اما فعالیت‌های انسانی و ورود فاضلاب‌های شهری و فضولات حیوانی (دام و طیور) به آب‌ها و استفاده بی‌رویه از سموم شیمیایی و

همچنین Buschman و همکاران (۲۰۰۷) مطالعه دیگری را به‌منظور اندازه‌گیری آرسنیک و منگنز در منابع آب شرب زیرزمینی منطقه کامبوج و بنگلادش با وسعتی برابر با ۳۷۰۰ کیلومترمربع انجام دادند. در مجموع ۱۳۱ نمونه مورد آزمایش محدوده غلظت آرسنیک از ۱ تا ۱۳۴۰ میکروگرم بر لیتر و متوسط غلظت آرسنیک ۱۶۳ میکروگرم بر لیتر تعیین شد، ولی غلظت آرسنیک در بیش از ۴۸٪ نمونه‌ها بالاتر از ۱۰ میکروگرم بر لیتر نشان داده شده است. در مطالعه حاضر نیز میزان آرسنیک اندازه‌گیری شده در نمونه‌های آزمایش شده بالاتر از حد استاندارد بود که وضعیت مشابهی با این مطالعه داشت که علت عمده آن میزان فاصله چاه‌های آب نسبت به رودخانه می‌باشد به طوری که هرچقدر فاصله از رودخانه بیشتر بوده میزان آرسنیک موجود در آب کمتر بوده است (۳۵).

در مطالعه حاضر میانگین غلظت فلزات سنگین کروم و آرسنیک دارای الگوی تغییرات فصلی بود به نحوی که میانگین غلظت این فلزات در ماه خرداد و کل فصل تابستان افزایش و در اواخر پاییز (آذرماه) و فصل زمستان کاهش می‌یابد. که دلیل اصلی این تغییرات میزان بارش زیاد و افزایش سطح آب رودخانه‌های مورد مطالعه در فصل‌های پاییز و زمستان و کاهش میزان بارندگی و استفاده از سموم، آفت‌کش‌ها و کودهای شیمیایی کشاورزی در ماه خرداد و فصل تابستان می‌باشد.

نتایج مطالعه حاضر با مطالعه Rajaei و همکاران بر روی غلظت فلزات سنگین منابع آب زیرزمینی علی‌آباد کتول و مطالعه Thundiyil و همکاران در سال ۲۰۰۷ با عنوان تغییرات فصلی



پژوهش حاصل بخشی از پایان نامه دانشجویی در مقطع کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت محیط می باشد که در مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان و با حمایت معاونت تحقیقات و فن آوری این دانشگاه به انجام رسیده است. بدین وسیله از همکاری تمامی عزیزان تشکر و قدردانی به عمل می آید.

حیوانی کشاورزی و همچنین تخریب و فرسایش سنگ های منطقه به علت شرایط آب و هوایی می تواند بر روی میزان غلظت فلز سنگین آرسنیک در آب های منطقه تأثیرگذار باشد. با توجه به اهمیت موضوع ضرورت دارد که این مسئله رسیدگی و در ارتباط با تقلیل آن برنامه ریزی های لازم به عمل آید.

### تشکر و قدردانی

### References

- 1- Bouraie MM, Barbary E, Yehia Mm, Motawea EA. Heavy metal concentrations in surface river water and bed sediments at Nile Delta in Egypt. Finnish Peatland Society 2010; 61: 1-12.
- 2- Aderinola Oj, Clarke Eo, Olarinmoye Om, Kusemiju V, Aanatekhai M. Heavy Metals in Surface Water, Sediments, Fish and Perwinklesof Lagos Lagoon. American-Eurasian J Agric & Environ Sci 2009; 5(5): 609-17.
- 3- Karbasi M, Carbasi E, Saremi A, Ghorbanzadeh H. evaluation of heavy metale concentration in supplier resources of drinking water in alashtar town. J Lorestan Uni Med Sci 2010; 12: 65-70.
- 4- Fawell Jk, Mascarenhas R. Arsenic in Drinking-water, Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality United Kingdom. 2011.
- 5- Mcneill L, Mclean J, Edwards M, Parks J. State of the Science of Hexavalent Chromium in Drinking Water. Water Res Found 2012: 1-34.
- 6- Nahid P, Moslehi P. Heavy Metals Concentrations on Drinking Water in Different Aeras of Tehran as ppb and Methods of Remal Them. Iran J Food Sci Tech 2008; 5: 29-35.
- 7- Meimand MA. Distribution and origin of arsenic in groundwater Rafsanjan plain and provide the perfect solution to eliminate. Environmental Geology the letter MSc, The University of Kerman Shahid Bahonar; 2009.
- 8- KHajehpour S. Evaluation of heavy metals in groundwater south of Rafsanjan plain emphasizing the possible role of Mese Sarcheshme convened. Environmental Geology the letter MSc, The University of Kerman Shahid Bahonar; 2007.
- 9- Buchman J, Berg M, Stengel C, Winkel L, Sampson M, Trang P. Contamination of drinking water resources in the Mekong delta floodplains: Arsenic and other trace metals pose serious health risks to population. Environ Int 2008; 34(6): 756-64.
- 10- Malakootian M, Karimi A. Evaluate the quality of the physical, chemical and bacteriological drinking water to the cities of Kerman and Chatroud fields. Yazd Tolo Health J Depart Health 2004; 5(3-4): 20-6.
- 11- Malakootian M, Momeni J. The quality of drinking water in Bardsir 2009-2010. J Rafsanjan Uni Med Sci 2010; 11(4): 40-2.



- 12- Malakootian M, Mohammadi-Senjedkooch S. Quality Assessment of SIRJAN Plain Groundwater Resources to Evaluate Their Contamination to Heavy Metals at 2014;( Article in press). J Torbat heydariyeh uni Medica Sci 2014.
- 13- <http://www.amar.org.ir/.portal/faces/public/census85/census85.natayej/census.informationfile>. 2006.
- 14- Nemerow NL, Agardy FJ. Strategies of industrial and hazardous waste management: John Wiley & Sons; 1998.
- 15- Naseri S, Mahvi AH, Nouri J, Nabizadeh R, Vaezi F, Aghapour AA. Predicting water quality of hasanlu dam in the maximum level of water lake for the purpose drinking and health purposes. Urmia Med J 2008; 18(4): 624-9.
- 16- Executive instruction for water quality monitoring of dams reservoirs (2011).
17. Chandra P, Kulshreshtha K. Chromium accumulation and toxicity in aquatic vascular plants. Botanical Rev 2004; 70(3): 313-27.
- 18- Estaki AA. The effect of dam construction on changes in temperature, pH, salinity, alkalinity, and total hardness of Hana river in Semirom, Isfahan. Iran Sci J Fisheries 2002; 12(1): 1-20.
- 19- Singh KP, Malik A, Sinha S. Water quality assessment and apportionment of pollution sources of Gomti river (India) using multivariate statistical techniques a case study. Analytica Chimica Acta 2005; 538(1): 355-74.
- 20- Shinde S, Pathan T, Raut K, Sonawane D. Studies on the physico-chemical parameters and correlation coefficient of Harsool-Savangi Dam, District Aurangabad, India. Middle-East J Sci Res 2011; 8(3): 544-54.
- 21- Khara H, Mazlomi H, Nezami SA, Akbarzadeh A, Gholipour S, Ahmadnezhad M, et al. Water quality of Oshmak River (Guilan Province). J Fisheries 2011; 5(3): 41-57.
- 22- Kaveh AR, Habib Nejad Roshan M, Shahedi K, Ghorbani J. Assessment of Temporal and spatial changes in water quality (case study: Talar river, Mazandaran province). J Water Resources Engineer 2013; 6(18): 49-61.
- 23- Kalwale AM, Savale PA. Determination of physico-chemical parameters of Deoli Bhorus dam water. Adv Appl Sci Res 2012; 3(1): 273-9.
- 24- Tamasi G, Cini R. Heavy metals in drinking waters from Mount Amiata(Tuscany, Italy). Possible risks from arsenic for public health in the Province of Siena Sci Tot Environ 2004; 1-3(327): 42-51.
- 25- Karbasi M, Karbasi E, Saremi A, Ghorbanzadeh H. evaluation of heavy metale concentration in supplier resources of drinking water in alashtar town. J Lorestan Uni Med Sci 2010; 12: 65-70.
- 26- El-Bouraie M, El-Barbary A, Yehia M, Motawea E. Heavy metal concentrations in surface river water and bed sediments at Nile Delta in Egypt. Suo 2010; 61(1): 1-12.
- 27- Eghbali-Shamsabad P, Memariani M, Moattar F. Study on the heavy metals (Cr, Cd, Pb,) and organic materials of sefid-Rud River with respect to their geological origion. J Sci Specialty Lagoon Sci Res Branch, Islamic Azad University of Ahvaz 2010; 2(3): 35-55.



- 28- Nahid P, Moslehi P. Heavy Metals Concentrations on Drinking Water in Different Aeras of Tehran as ppb and Methods of Remal Them. Iran J Food Sci Tech 2008; 5: 29-35.
- 29- Golami M, Mohammadi H, Mokhtari SA. Application of Reverse Osmosis Technology for Arsenic Removal from Drinking Water. J Zanzan Univ Med Sci 2009; 9: 17-20.
- 30- Dehghani M, Nejad A. contamination of aquifer in Dashte Anar to nitrate, lead, arsenic and cadmium. Ecology 2011; 36: 87-100.
- 31- Ebrahimi Meymand M, Abbasnejad A, Behrouz M. Distribution and origin of arsenic in groundwater Rafsanjan plain and provide the perfect solution to eliminate. Environmental Geology the letter MSc; The University of Kerman Shahid Bahonar; 2009.
- 32- khajepour S. Evaluation of heavy metals in groundwater south of Rafsanjan plain emphasizing the possible role of Mese Sarcheshme convened. Environmental Geology the letter MSc, The University of Kerman Shahid Bahonar; 2007.
- 33- Buschmann J, Berg M, Stengel C, Winkel L, Sampson ML, Trang PTK, et al. Contamination of drinking water resources in the Mekong delta floodplains: Arsenic and other trace metals pose serious health risks to population. Environ Int 2008; 34(6): 756-64.
- 34- Buschmann J, Berg M, Stengel C, Sampson ML. Arsenic and manganese contamination of drinking water resources in Cambodia: coincidence of risk areas with low relief topography. Environ Sci Tech 2007; 41(7): 2146-52.
- 35- Rajaei Q ,Pourkhabbaz A, Hesari Motlagh S. Assessment of heavy metals health risk of groundwater in Ali Abad Katoul Plain. J North Khorasan Uni Med Sci 2012; 4(2): 155-62.
- 36- Thundiyil JG, Yuan Y, Smith AH, Steinmaus C. Seasonal variation of arsenic concentration in wells in Nevada. Environ Res 2007; 104(3): 367-73.

Archived at SID



## Concentration Assessment of Chromium and Arsenic Heavy Metals in Rivers Basins of Baft and Rabor Dams

Malakootian M (Ph.D)<sup>1</sup>, Mesdaghinia A (Ph.D)<sup>2</sup>, Soltaninejad Y (M.Sc)<sup>3</sup>

1. Corresponding Author: Professor of Environmental Health Engineering Research Center, Department of Environmental Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran
2. Professor of Water Quality Research Center, Institute for Environmental Research (IER), Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3. MS.c Student of Environmental Health Engineering, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran

### Abstract

**Introduction:** Heavy metals are regarded as toxic stable elements in the environment that with the entry into water sources, finally it enters into the biological cycle of life and develops some adverse effects. Therefore, the present study aimed to determine the concentration of chromium and arsenic heavy metals in the river basins of Baft and Rabor dams.

**Methods:** This descriptive cross-sectional study was conducted from August 2013 to June 2014. During the field surveys of the river basins, 4 sampling stations of river basins of Baft and Rabor dams were selected. One combined sample was taken on 15<sup>th</sup> of each month from the mentioned river basins as well as Baft and Rabor dams. The chromium and arsenic concentrations were measured for 12 months in river basins of Baft and Rabor dams by Furnace Atomic Absorption device, and the study data were analyzed applying SPSS software.

**Results:** The mean concentration of chromium was reported 5.01 and 5.19 in the river basins of Baft dam and 5.44, 5.5, 5.42 and 5.45 ppb in river basins of Rabor dam. The mean concentration of arsenic in the river basins was demonstrated to be 16.52 and 11.71 ppb in Baft dam, and 12.28, 13.6, 7.13 and 8.78 ppb in Rabor dam. In addition, the mean concentration of chromium was reported 5.02 and 5.38, and arsenic concentration was obtained 23.53 and 9.12 ppb, respectively in Baft and Rabor dams.

**Conclusion:** Based on the study results, the chromium concentration in the studied stations was demonstrated to be significantly less than guidelines of WHO, EPA and Institute of Standards and Industrial Research of Iran, whereas arsenic concentration was demonstrated to be significantly higher compared to these guidelines ( $p < 0.0001$ ). As a result, this difference needs to be diminished via implementing the required plans.

**Keywords:** Dam, Heavy metals, River

# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



مقاله نویسی علوم انسانی



اصول تنظیم قراردادها



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقاله